

贝雷梁支架在毗河一期供水书永分干渠渡槽施工中的应用

李毅, 杨君磊, 邓树密

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:结合毗河供水一期书永分干渠渡槽特点以及现场地形条件,通过对落地式满堂脚手架和贝雷梁悬空式支架进行比较,提出了将贝雷梁作为支撑架的槽身现浇支架体系,通过有限元模拟计算,钢管柱、贝雷梁支架在强度和稳定性方面均能满足施工要求,采用此法既可保证槽身施工质量,还可加快施工进度、降低施工成本,可为类似工程提供参考。

关键词:毗河供水;书永分干渠;梁式渡槽;贝雷梁支架;有限元计算

中图分类号:TV52;[TV92]

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)05-0009-03

1 工程概况

书永分干渠属于毗河供水一期工程蟠书灌区范围渠系,由安岳县书房坝水库引水至安岳县岳新乡,渠系全长 39.137 km,分为五个流量段,第一流量段流量为 8.5 m³/s、第二流量段流量为 7.9 m³/s、第三流量段流量为 7.3 m³/s、第四流量段流量为 6.3 m³/s、第五流量段流量为 3.56 m³/s。工程包括隧洞 27 条、渡槽 10 座、明(暗)渠 41 段、倒虹吸 1 座、取水口 1 座、分水闸 3 座。

书永分干渠 10 座渡槽总长 3.01 km,包括汪家沟渡槽、易家坝渡槽、大沟湾渡槽、唐家堰渡槽、岳阳河渡槽、观音埔渡槽、官家沟渡槽、罗家沟渡槽、许家坝渡槽、高石梯渡槽;明(暗)渠 41 段,全长 11.34 km;倒虹吸 1 座,全长 0.331 km。渡槽均设计为排架柱梁式结构,除跨公路及较宽的沟渠之外,渡槽跨度一般为 15 m,排架柱设计为单、双排,横截面尺寸为 45 cm × 70 cm,渡槽槽身距离现有地面平均高度为 10 m,最高为 32.5 m,混凝土强度等级为 C25,槽身为 U 型薄壁结构,断面尺寸为 4.32 m × 3.26 m。

施工区域处于丘陵沟壑中,部分渡槽还需穿越国道、省道和其他乡镇道路,现场地形多数较平直,地形坡度较缓,地面附着物较多,上部土层埋深 5~10 m,下部基岩为粉砂质泥岩,特性属软岩~较软岩,抗压强度一般在 30 MPa 以内。

2 现浇支架方案的选择

根据渡槽所处位置的地形、地貌特点,结合项

目实际情况,可供选择的现浇支架主要有满堂扣件式(碗口式)钢管架和钢管柱加贝雷梁组合支架。虽然现场地形条件满足施工作业要求,但由于渡槽经过区域多数为农田,农作物较多,地基较软,地质条件差,渡槽跨度一般为 15 m,若采用满堂支架,需要大面积进行地基处理,消耗的材料数量多,部分穿越公路的跨度超过 15 m,采用满堂支架势必影响交通,且有几处由于地形起伏较大及渡槽高程限制,距离实际地面高度将超过 30 m。在这种高度下搭设满堂支架地步宽度增大,消耗的材料更多且安全隐患较大。项目部根据现场地形地貌及工期要求,对满堂支架和贝雷梁悬空支架进行了技术经济比较分析,最终认为采用钢管柱加贝雷梁的现浇支架最科学、合理。

3 贝雷梁支架的设计

项目部提出的贝雷梁方案是利用渡槽承台作为受力基础,外侧搭设钢管柱作为支承,然后通过工字钢横梁、贝雷梁、分配梁搭建形成组合支架。具体情况见图 1。

4 贝雷梁支架安全稳定性验算

技术人员借助 midas civil 有限元软件对贝雷梁进行了数字模拟分析,整个支架约 2 500 个单元。实施步骤为:根据贝雷梁杆件断面特性,采用 midas civil 有限元软件,按照梁单元和杆件单元分别模拟支架属性,先生成节点,再生成单元的方式建立工程实体几何模型,按照简支梁条件模拟贝雷梁支架的约束及荷载,分析计算边界条件下钢管柱、贝雷梁、分配梁等主要杆件的应力与变

收稿日期:2017-08-20

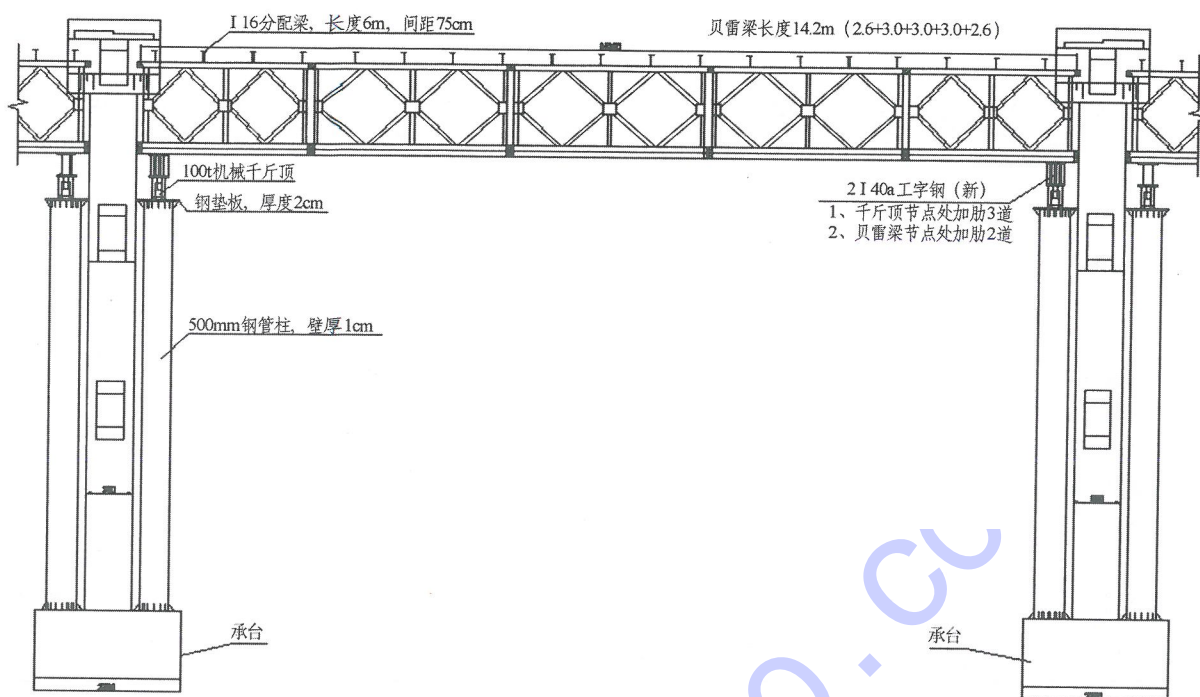


图1 渡槽支架立面图

形;最后对计算结果进行处理,输出图表或曲线。

通过数字模拟得知贝雷梁结构中最大位移为 23.5 mm,出现在中间两片贝雷片的跨中。最大挠度为 23.5 mm,小于最大允许挠度 $[v] = 15\ 000/400 = 37.5(\text{mm})$,满足要求。横向分配梁 I16 的最大位移为 0.22 mm,亦小于最大允许挠度 $[v] = 1\ 824/400 = 4.56(\text{mm})$,满足要求。

根据有限元计算结果,综合考虑施工荷载,为消除支架的弹性变形及非弹性变形、运行荷载预拱度(脱架后渡槽产生的弹性挠度)及后期混凝土的收缩徐变,获得理想的成桥线形,技术人员采用二次抛物线进行预拱度分配,经计算得知跨中预拱度为 30 mm。

5 贝雷梁支架的搭设

5.1 搭设步骤

该渡槽支架主要是利用灌注桩顶承台作为支承,通过搭设钢管柱、贝雷梁等构件形成受力支架体系并采取分段吊装的方法,分段长度为 1~5 m,采用 25 t 汽车吊实施吊装工作。首先进行钢管柱安装,钢管柱底座与承台采用膨胀螺栓固定,每隔 3 m 与排架柱采用钢筋抱箍加固,防止其偏移和倾覆;钢管柱顶端放置 100 t 机械千斤顶,采用焊接限位钢板等方式将千斤顶固定,防止其偏移和倾覆;千斤顶上部横向放置单根 I40 横梁,横

梁采用槽钢抱箍与排架柱连接,防止横梁偏移和倾覆;横梁上部纵向铺设 3 组贝雷梁,与横梁接触点设置限位钢板,防止偏移;3 组贝雷梁放置横梁后,按照横向 75 cm 间距铺设分配梁,两端不足 75 cm 则紧靠贝雷梁端头放置;完成上述杆件安装和节点加固后,即可开始进行槽身模板的安装。渡槽槽身模板采用定型钢模,由底模、外模、外模支撑、内模、内模支撑架组成(图 2)。

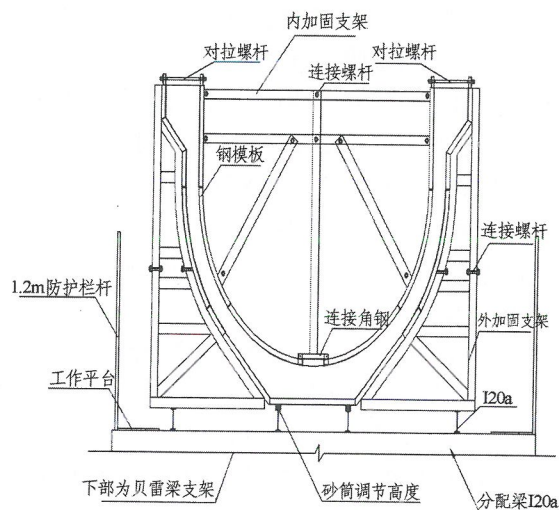


图2 槽身模板加固图

5.2 卸荷方式

贝雷梁支架体系采用千斤顶卸荷,千斤顶放

置在钢管柱顶端中心位置,作为重要受力点承载上部荷载,根据荷载计算取值。单跨计算支架强度时组合荷载约为180 t,4根钢管柱顶端为主要着力点,设置4台100 t机械千斤顶,可满足承载要求。

5.3 安全技术措施

钢管柱采用 $\phi 500 \times 10$ 钢管,竖向采用法兰盘螺栓连接,连接螺栓采用 $D = 25 \text{ mm}$, $L = 100 \text{ mm}$ 的高强螺栓,法兰盘及钢板预留16个 $\phi 28$ 螺栓孔。

钢管柱采用25 t吊车及人工辅助进行安装,连接前需对钢管柱的垂直度进行严格的检查和控制,最常用的方法为吊垂球法,也可以采用仪器进行现场观测、指导安装,以确保钢管柱安装的垂直度。

钢管柱主要承受竖向轴力,因此必须严格控制安装垂直度;为了防止纵向偏移,每隔3 m设置一道 $\phi 25$ 钢筋抱箍与排架柱连接牢固;钢管柱底座设置高强膨胀螺栓与承台连接固定,防止柱体横向偏移。

直径500 mm、壁厚1 cm的钢管柱单m重量为120 kg,高度超过5 m后,必须搭设防护支架,以方便作业人员安装和拆卸柱体。为确保卸荷及标高调整使用的千斤顶工作安全可靠,千斤顶必需放置在钢管柱顶端中心位置,并采用限位钢板防止其倾覆。4台千斤顶并用,必须由4名作业人员同时进行千斤顶的上升和下降工作,确保升降速度保持同步;千斤顶两侧放置木枋,防止千斤顶“疲劳”而突然回缩下降,引起支架偏移。

上升时应注意升降套筒的上升高度,当升降套筒上出现红色警告线时,表示已举升至该千斤顶的额定高度,应立即停止起升,否则千斤顶将遭受破坏,同时可能引起危险。

下降时将撑牙推向下降方向,再插入手柄往返扳动,千斤顶的升降套筒随即渐渐下降。

为了防止工字钢横梁偏移和倾覆,采用自制槽钢抱箍将横梁与排架柱连接牢固,横梁顶面与底面设置槽钢抱箍作为与排架紧固的连接杆件。抱箍的主要杆件包含纵横向连接杆、高强螺栓、搭接钢板等;纵向连接杆紧贴排架两侧设置,采用10#槽钢制作;为防止横梁不受损,横梁顶面与底面利用搭接钢板与纵向连接杆实施螺栓连接,搭接钢板厚度为1 cm,与横梁焊接牢固。

在贝雷梁上横向铺设I16a分配梁,其作用是便于在其上部铺设槽身底模,分配梁长度为6 m,间距为75 cm,分配梁材料采用25 t吊车吊装至贝雷梁顶部,按照设计间距人工均匀摆放和固定;分配梁采用U型螺杆与贝雷梁连接牢固,交错布置。

6 结 语

(1) 毗河一期供水书永分干渠受地形条件影响,采用了10座渡槽连接隧洞和明渠,总长度超过3 km,平均高度超过10 m。对此,采用钢管柱加贝雷梁的现浇支架进行槽身建筑与传统的满堂钢管脚手架比较不仅是经济的,而且在质量安全控制方面也是有效的,该方案在本工程渡槽施工中发挥了重要作用。

(2) 钢管柱加贝雷梁现浇支架与满堂钢管脚手架相比,具有地基处理量小、变形小、整体稳定性好和施工速度快、效率高等优点,代表了渡槽现浇支架法施工先进的技术发展方向,值得今后在类似工程中推广使用。

作者简介:

李毅(1970-),男,重庆忠县人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

杨君磊(1989-),男,湖北枝江人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

邓树密(1971-),男,四川广安人,教授级高级工程师,从事水利水电、房屋建筑和市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

电力工业进入清洁发展新阶段

近日,电力规划设计总院发布的《中国电力发展报告2016》显示,2016年我国非化石能源装机比重达36.7%,比上一年度提高2个百分点;非化石能源消费比重达13.5%,比上一年度提高1.4个百分点。我国电力工业进入了清洁低碳、安全高效、灵活智能的发展新阶段。报告显示,截至2016年底,我国电源装机及电网规模多项指标位列世界第一。全国发电装机容量达16.46亿千瓦,其中水电3.32亿千瓦(含抽水蓄能0.27亿千瓦),风电1.49亿千瓦,太阳能发电0.77亿千瓦,核电0.34亿千瓦,火电10.54亿千瓦。2016年,全国电力工程建设投资合计8855亿元,同比增长3.3%,其中,电网建设投资5426亿元,同比增长16.9%。非化石能源装机比重持续提升,2016年,风电规模达14864万千瓦,占比提高9%,稳居我国第三大电源;光伏发电规模7742万千瓦,占比提高至5%,跃升为第四大电源。